

---

# Aplicação da Programação Linear em uma Fábrica de Empacotamentos de Amendoim

Eduardo Oliveira Belinelli<sup>1</sup>

Glaucia Maria Bressan<sup>2</sup>

Departamento Acadêmico de Matemática, UTFPR, Cornélio Procópio, PR.

## 1 Introdução e Formulação do Problema

O objetivo deste trabalho é formular um Problema de Programação Linear- PPL que minimize a perda do produto durante o processo de empacotamento de amendoins de uma fábrica do município de Nova Fátima- PR, por meio da aplicação do Problema de Empacotamento. No processo de manufatura de algumas empresas, o Problema de Empacotamento pode ser definido como o caso em que itens (peças menores) devem ser alocados em objetos (peças maiores), de tamanhos variados, para atender as solicitações de clientes, de modo que a perda de itens seja minimizada [1]. Analogamente, o Problema de Empacotamento consiste na escolha de padrões de empacotamentos de modo que seja atendida a demanda, resultando na menor perda de material possível [1]. Este tipo de problema pode ser formulado por meio da Programação Linear [1] e é amplamente estudado na literatura. Em [2], por exemplo, é feita uma revisão das abordagens para os problemas de empacotamento em faixas bi-dimensional. Para o problema de empacotamento de amendoins proposto neste trabalho, a solução ótima é obtida pela aplicação do Método Simplex [1] com apoio computacional. A fábrica em estudo empacota amendoins em dois diferentes tipos de embalagens: A (60 g) e B (140 g), sendo que a fábrica dispõe de 1000 embalagens tipo A e 1000 embalagens tipo B. Para empacotar os amendoins nessas embalagens, são adquiridos 50.000 g de amendoins, comprados a granel. Os padrões de empacotamento são pré-estabelecidos de acordo com os equipamentos e mão-de-obra disponíveis. O problema consiste em decidir quantas vezes cada padrão de empacotamento deve ser executado (variáveis de decisão) de forma que a demanda seja atendida e a perda de produto (amendoim) seja a mínima possível (função objetivo). A Tabela 1 apresenta os possíveis padrões de empacotamento de amendoins juntamente com a perda em cada padrão definido. As unidades foram convertidas para gramas. As variáveis de decisão  $x_i; i = 1, \dots, 9$  representam os padrões de empacotamento pré-estabelecidos de acordo com o equipamento e mão-de-obra da fábrica.

A formulação matemática do problema de minimização das perdas de produto é descrito conforme as equações (1), como um problema de programação linear. O objetivo é

---

<sup>1</sup>edubelinelli@hotmail.com. Aluno de Iniciação Científica UTFPR

<sup>2</sup>glauciabressan@uftpr.edu.br

Tabela 1: Possíveis padrões de empacotamento.

Tipos de pedidos	1000 embalagens tipo A				1000 embalagens tipo B				
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_9$
1. 12000g	1	2	2	0	2	5	3	1	1
2. 18000g	1	0	2	0	3	1	4	0	5
3. 30000g	1	1	0	2	2	2	1	4	1
PERDA (g)	0	6000	0	0	2000	2000	2000	8000	8000

minimizar as perdas no processo de empacotamento e satisfazer a demanda dos tipos de pedidos. Alguns limitantes foram incluídos devido ao arranjo de padrões que devem ser executados na prática em virtude dos equipamentos e mão-de-obra disponíveis.

$$\begin{aligned}
 & \min 6000x_2 + 2000x_5 + 2000x_6 + 2000x_7 + 8000x_8 + 8000x_9 \\
 & \text{Sujeito a :} \\
 & x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 2x_5 + 5x_6 + 3x_7 + x_8 + x_9 \geq 12000 \\
 & x_1 + 2x_3 + 3x_5 + x_6 + 4x_7 + 5x_9 \geq 18000 \\
 & x_1 + x_2 + 2x_4 + 2x_5 + 2x_6 + x_7 + 4x_8 + x_9 \geq 30000 \\
 & x_5 > 1000, x_6 > 1000, x_7 > 1000, x_8 > 0 \\
 & x_3 > 1000, x_4 > 1000, x_1 > 1000, x_9 > 1000, x_4 > 1000.
 \end{aligned} \tag{1}$$

## 2 Resultados e Conclusões

A solução ótima é obtida pela aplicação do Método Simplex, com 12 iterações, com apoio do software LINDO ([www.lindo.com](http://www.lindo.com)). A solução aponta o desperdício mínimo de 14.000kg de produto e as variáveis de decisão são o número de execuções de cada padrão de empacotamento:  $x_5 = x_6 = x_7 = x_9 = 1000, x_1 = 4000, x_3 = 1000, x_4 = 10000, x_2 = x_8 = 0$ . Esta solução foi comparada com a execução tradicional dos padrões, conforme é feita atualmente, ou seja, para que a demanda seja satisfeita, todos os padrões devem ser executados, no total, pelo menos 10000 vezes. Desta forma, cada padrão é executado, em média, 1.111 vezes. Desta forma, a perda total será de 31.108kg. Conclui-se então, que o modelo proposto neste trabalho reduz o desperdício em 17.108kg, ou seja, quase 55%. Portanto, a aplicação do Problema de Empacotamento é eficaz para minimizar a perda na quantidade de amendoins, uma vez que reduz o desperdício, satisfazendo a demanda.

## Referências

- [1] M. N. Arenales, V. Armentano, R. Morabito, and H. Yanasse. *Pesquisa Operacional para cursos de engenharia*. Elsevier, Rio de Janeiro, 2015.
- [2] M. C. Riff, X. Bonnaire e B. Neveu. A revision of recent approaches for two-dimensional strip packing problems, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 22:823–827, 2009.